

COSECHADORAS DE GRANO PARA MAÍZ

El artículo se refiere a las regulaciones y nuevos sistemas de las cosechadoras de cereales utilizadas en la recolección de maíz grano y de la cosechadora específica de maíz.

■ **Constantino Valero.**

*Dr. Ingeniero Agrónomo.
cvalero@iru.etsia.upm.es*

■ **Jaime Ortiz-Cañavate.**

Catedrático ETSI Agrónomos Madrid

El maíz grano, según zonas, se recoge con una humedad entre el 10 y el 40%. Para poder aplicar adecuadamente la cosechadora se precisa que la humedad del grano sea inferior al 25-30%; las actuales cosechadoras pueden desgranar incluso con una humedad del 40%, aunque se producen pérdidas excesivas y un gran detrimento de la calidad. Si la humedad en la recolección es superior al 30%, pueden ocasionarse daños a los gérmenes, lo que hace que no resulte aconsejable el empleo de este grano para siembra.

Cuando la recolección se realiza con cosechadora y la humedad es elevada, el grano debe desecarse hasta un 15-18% de humedad antes de almacenarse. Normalmente, el proceso de desecación se realiza en instalaciones de aire caliente. La temperatura máxima de desecación es de 50°C en maíz de siembra, de 70°C en maíz para usos industriales y de 100°C en maíz para pienso.

Si la recolección se realiza en mazorcas, la solución más corriente es colocarlas sobre un secadero de rejilla de aproximadamente 1-1,5 m de altura y expuesto al viento seco más domi-

nante; en este caso la trilla se realiza en el almacén durante el invierno o primavera.

COSECHADORA DE CEREALES MODIFICADA PARA MAÍZ

La utilización de las cosechadoras de cereales en la recolección del maíz se ha generalizado completamente en los últimos años. Vamos a describir las principales modificaciones que es necesario realizar en los órganos de corte y en el cilindro desgranador para



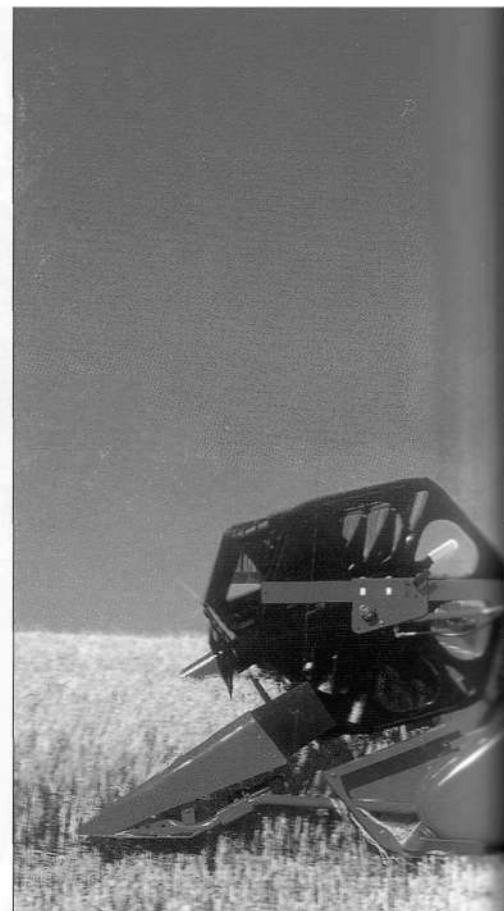
Figura 1. Los sistemas tradicionales de separación con sacudidores siguen siendo mejorados, con la adición de dispositivos agitadores cosechadores (John Deere serie 900).

la recolección del maíz.

Plataforma de corte. Respecto a los órganos de corte, al ser la planta del maíz mucho más resistente y larga que la de cereales, los cambios requieren diseños especiales. Existen varias soluciones que se han usado para la adaptación de las plataformas de corte normales al maíz:

■ **Plataformas de corte “normales” adaptadas para maíz.** Constituidas por barra de corte y molinete tradicionales, con elementos añadidos específicos: tambores con ejes verticales u horizontales sobre la barra de corte, acoplamiento de una banda transportadora, divisores de cadenas... Son sistemas que no han tenido acogida comercial y se han dejado de usar.

■ **Cabezales específicos para recolección de maíz.** Similares en su aspecto a las plataformas con divisores de cadenas, estos equipos reemplazan al conjunto de la barra de corte y moli-





nete de las cosechadoras de cereales, recogiendo mecánicamente las mazorcas y dejando los tallos en el terreno y sin cortar. De esta forma, sólo las mazorcas pasan a la máquina, con lo que el volumen de producto se reduce y, en consecuencia, aumenta el rendimiento de la cosechadora. Este sistema es el que se utiliza actualmente para la recolección de maíz grano.

Los cabezales recolectores de maíz poseen grandes elementos divisores, en número variable normalmente entre tres y seis según la cosechadora, que pasan entre las hileras de maíz y guían los tallos hacia las cadenas recogedoras, provistas de dedos de acero, y de aquí el mecanismo arrancador de mazorcas.

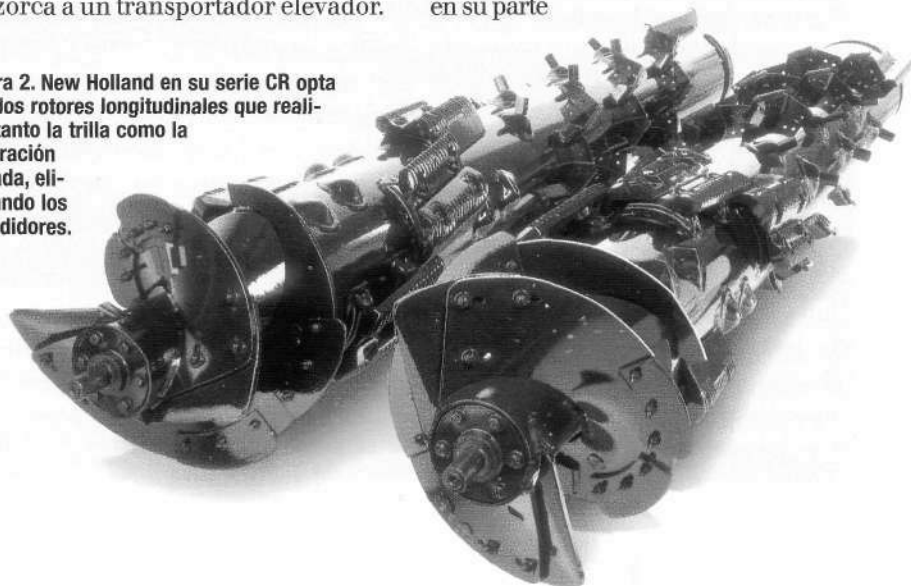
El funcionamiento del cabezal recolector es similar al mecanismo arrancador de mazorcas que formaba parte de las arrancadoras-deshojadoras. El mecanismo arrancador está compuesto, en esencia, de dos rodillos rugosos que giran en sentidos opuestos, de longitud algo más corta que los divisores bajo los que se sitúan. La alimentación de los rodillos se realiza mediante dos cadenas con patillas o uñas que cen-

tran e introducen los tallos en los cilindros arrancadores. Estos son más delgados en su parte anterior que en la posterior, de modo que el espacio libre entre ellos se estrecha de delante hacia atrás con posibilidades de regulación. La velocidad periférica de estos cilindros es algo más de 3 m/s, tirando con fuerza de las cañas hacia abajo. La mazorca, por ser más gruesa que la caña, no pasa entre los cilindros, provocando de esta forma la rotura del pedúnculo. Generalmente, el rodillo exterior está situado algo más alto que el interior, lo cual ayuda a pasar la mazorca a un transportador elevador.

Para evitar que al arrancar las mazorcas los rodillos empiecen el desgrane, algunas máquinas están provistas de barras separadoras por encima de los rodillos; de esta forma las mazorcas son siempre arrancadas por laminado de los tallos, pero sin entrar en contacto directo con los rodillos. Una cadena provista de dedos o un tornillo sin fin de gran diámetro recoge las mazorcas y las conduce a la parte trasera del cabezal.

Otro accesorio que pueden incluir los cabezales para maíz es un sistema picador de cuchillas en su parte

Figura 2. New Holland en su serie CR opta por dos rotores longitudinales que realizan tanto la trilla como la separación forzada, eliminando los sacudidores.



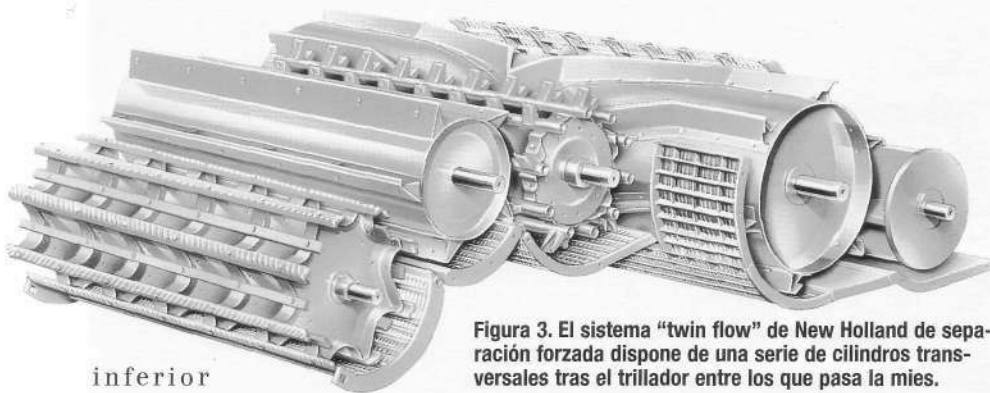


Figura 3. El sistema "twin flow" de New Holland de separación forzada dispone de una serie de cilindros transversales tras el trillador entre los que pasa la mies.

inferior

trasera, para ir triturando los restos de tallos y esparcirlos por el terreno. De esta forma la parcela queda ya lista para realizar el laboreo.

Asimismo se han desarrollado sistemas de guiado automático de la cosechadora para cabezales de maíz. Mediante dos palpadores cruzados situados entre dos divisores contiguos, el sistema es capaz de saber si los tallos de maíz están entrado en el cabezal bien encauzados y, en caso contrario, actúa sobre la dirección de la máquina automáticamente.

Trilla. El cilindro desgranador y el cóncavo también necesitan modificaciones para adecuarlos al maíz. El cilindro desgranador puede ir provisto de tapas de protección dispuestas entre las barras trilladoras para evitar que las mazorcas y los granos se introduzcan en su interior y su velocidad se

reduce a 500-600 r/min (velocidad periférica menor de 14-16 m/s). El uso de las placas de protección es aconsejable cuando la velocidad del cilindro es baja, en los demás casos no se han encontrado beneficios apreciables. El cóncavo debe quedar formando una rejilla más ancha de lo normal, para lo cual se suprimen alternati-



Figura 4. Las John Deere CTS mantienen el cilindro trillador pero sustituyen los sacudidores por dos grandes rotores transversales de dedos para la separación.

vamente las varillas, aumentando a su vez las separaciones: 20-40 mm en la parte frontal y 10-20 mm en la parte posterior.

Separación: nuevos sistemas.

Las cosechadoras de grano adaptadas para maíz suelen estar dotadas de los sistemas normales de separación de la paja y el grano restante tras la trilla (sacudidores vibratorios), y los sistemas de limpia (cribas y ventilador). Sin embargo, en los modelos de cosechadoras avanzados se están implan-

tando cada vez más otros sistemas de separación y "trilla+separación" diferentes, que emplean elementos rotativos para ejercer una separación forzada.

En general, hay dos tipos de sistemas: de flujo axial (rotores a lo largo de la máquina, paralelos a la dirección de avance) y de flujo lateral (rotores a lo ancho de la máquina, perpendiculares al avance).

■ Flujo axial

El sistema de separación rotativa de flujo axial es el que sustituye el cilindro desgranador típico transversal y todo el sistema de separación por una pareja de cilindros desgranadores paralelos (uno o dos, según tipos) longitudinales a lo largo de la cosechadora y de grandes dimensiones, que giran dentro de otros dos cilindros fijos concéntricos.

Cada rotor cilíndrico longitudinal posee las siguientes partes:

■ Aspirador de paletas helicoidales en su extremo anterior para alimentar la mies.

■ Conjunto de barras o dedos trilladores dispuestos helicoidal y longitudinalmente en su primera mitad por su superficie, en ocasiones con aristas o estrías.

■ Conjunto de dedos más espaciados en su segunda mitad o barras lisas helicoidales, cuya misión es la de separar el grano de paja previamente trillado.

Máquinas para la recolección de maíz

Existen diferentes tipos de máquinas para la recolección del maíz. En la actualidad las cosechadoras de grano integrales se emplean en las grandes explotaciones.

1 Arrancadoras de mazorcas: fueron las primeras máquinas que consiguieron un ahorro de mano de obra. Aunque en ocasiones se siguen empleando, no las vamos a describir porque son similares a las arrancadoras-deshojadoras, salvo que no tienen el mecanismo deshojador.

2 Arrancadoras-deshojadoras: máquinas suspendidas o arrastradas que podrían llamarse "cosechadoras de mazorcas", ya que, además de recogerlas, les quitan las

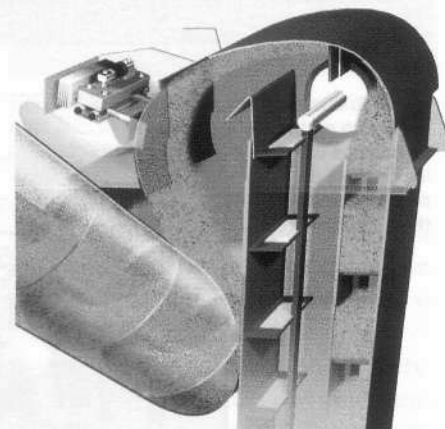
brácteas o "espigas" para facilitar el secado. Los mecanismos arrancador y deshojador son muy similares a los de las cosechadoras.

3 Arrancadoras-deshojadoras-desgranadoras: máquinas automotrices especialmente diseñadas para maíz, llamadas también "cosechadoras de grano de maíz", que realizan, además del arrancado y deshojado, el desgranado de las mazorcas.

4 Cosechadoras de cereales con cabezal de maíz y adaptadas en sus diferentes órganos de trilla y limpieza a la recolección del maíz. Son las usadas comúnmente.



Figura 5. En las modernas cosechadoras, las tolvas ampliadas, los sinfines elevadores de gran capacidad o sistemas avanzados como la antena GPS, son habituales.



Cada uno de los cóncavos longitudinales exteriores está cerrado por su parte superior y abierto mediante rejilla por debajo. Constan de una serie de barras helicoidales en su cara interna, situadas en la parte superior, mientras que en la mitad inferior se hallan las rejillas de trilla, que funcionan como cóncavos longitudinales. Estas son intercambiables en la zona anterior o de trilla propiamente dicha, y fijas en la parte posterior donde se lleva a cabo la separación.

Este sistema alcanza mayor eficacia cuando la velocidad periférica del rotor (o rotores) se sitúa aproximadamente

en los 25 m/s, para cultivos de cereal del tipo trigo y cebada. Se han observado mejoras de rendimiento en cosechadoras de maíz, pero se muestra similar al sistema clásico en la recolección de cereales de invierno. Al ser más corta la cosechadora resulta más manio-brable y su mecánica más sencilla. Además, con este sistema los procesos de trilla y separación se realizan en la mitad de tiempo que en una cosechadora convencional.

Basados en este sistema de separación de flujo axial existen dos tipos de máquinas:

■ **De rotor único:** dicho rotor tiene un diámetro de 75 cm y una longitud de 270 cm, presentando una superficie de trilla y separación de 2 m². La velocidad de rotación puede regularse entre 280 y 1.040 r/ min.

■ **De doble rotor:** se compone de dos rotores paralelos, de unos 220 cm de longitud y unos 45 cm de diámetro cada uno, que giran en sentido inverso a una velocidad regulable entre 580 y 1.320 r/min. La superficie de trilla y separación es también de 2 m². Los dos cilindros giran en sentidos inversos, lo que

contrarresta vibraciones al conjunto, disminuyendo notablemente el ruido y las molestias para el conductor.

Existen diversas variaciones sobre el sistema de separación de flujo axial explicado. Un diseño muy parecido al anterior es el que mantiene el sistema de trilla convencional además de la caja de cribas, pero sustituye los sacudidores planos por uno o dos cilindros separadores rotativos. En este caso los rotores ya no realizan la trilla (que es llevada a cabo por el cilindro desgranador transversal normal con su cóncavo) por lo que presentan un diseño más sencillo y con menos dedos.

■ Flujo lateral

Se han desarrollado también otros sistemas de separación forzada, que sustituyen los sacudidores por órganos diferentes: separación rotativa con cilindro múltiple y separación rotativa de doble flujo lateral.

El primero de ellos o de cilindro múltiple consta de una serie de ocho cilindros transversales dentados, paralelos al de trilla y con sus respectivos cóncavos, por entre los cuales circula la paja así como el grano no recogido en



Figura 6. El plegado hidráulico es común en muchos cabezales de maíz de nueva generación (New Holland).



el cilindro. Cada uno de los cilindros dispone de seis barras transversales de fricción. La superficie total de los cóncavos es de unos 8 m².

El segundo, de doble flujo lateral, está compuesto por dos o tres cilindros similares a los anteriores detrás del desgranador, más un rotor cilíndrico de gran anchura, todos paralelos. Sobre el último cilindro se montan unas aristas helicoidales simétricas que desplazan la paja a un lado y a otro del plano vertical medio de la máquina, y hacen que el producto de una vuelta completa su alrededor. Bajo este rotor se dispone otro cóncavo cuya superficie es de ~4 m². Dicho sistema permite el paso de la paja a una velocidad tres veces superior a uno convencional. Gracias a la fuerza centrífuga generada, el material se pega a las paredes del cóncavo expulsando los granos sueltos. En ocasiones se combina este dispositivo con el de doble cilindro axial (desgranador + rotor transversal de doble flujo + pareja de cilindros

axiales).

COSECHADORA ESPECÍFICA DE MAÍZ

Esta máquina, una arrancadora-desgranadora, en general automotriz, podríamos decir que es la cosechadora específica de maíz grano. Apareció en el mercado hace más de 20 años, pero su escasa aceptación hizo que prácticamente desapareciera en favor de las cosechadoras de cereales con cabezal de maíz. Su concepción es parecida, pero todos sus órganos de trilla y limpieza se han diseñado específicamente para este cultivo.

Se diferencia, fundamentalmente, en

el cilindro desgranador y el cóncavo, situados en posición longitudinal en la máquina. El cilindro tiene barras helicoidales provistas de aristas vivas o bien de dientes radiales dispuestos igualmente en hélice. La longitud del cilindro oscila entre 1 y 1,5 m y su diámetro entre 20 y 30 cm. La velocidad de rotación está comprendida entre 600 y 800 r/min. El cóncavo está constituido por una chapa perforada con orificios redondos o alargados, o por una parrilla de barras paralelas. La separación idónea entre el cilindro desgranador y el cóncavo es de 25-35 mm en la parte delantera y de 15-20 mm en la parte posterior.

Regulaciones

■ **Velocidad de avance:** la velocidad de avance de la máquina dependerá de la capacidad, así como de las condiciones y rendimiento de la cosecha. Las velocidades normales de trabajo son entre 3 y 5 km/h.

■ **Regulaciones en el cabezal de maíz: altura del cabezal.** Deberá ser lo suficientemente bajo para recolectar las mazorcas que están situadas a muy poca altura. En cosechas caídas o enterradas, el cabezal deberá casi resbalar sobre el suelo, sin levantar tierra ni piedras; en este caso, las puntas de los divisores deberán inclinarse hacia abajo para levantar los tallos caídos.

Cadenas alimentadoras o empujadoras. Requieren ajustes solamente cuando han sufrido desgaste. Algunas máquinas tienen sensores con presión de resorte, los cuales mantienen la tensión. Las cadenas deben operar con la rapidez suficiente para guiar los tallos de maíz dentro de los rodillos arrancadores. Una velocidad excesiva podría

TABLA 1: REGULACIONES EN LA COSECHADORA DE CEREALES MODIFICADA PARA MAÍZ

| | Maíz grano | Mezcla de maíz grano (partido) y zuros | Mezcla de maíz grano (entero) y zuros |
|--------------------------------------|------------|--|---------------------------------------|
| Velocidad del cilindro (r/min) . . . | 400-700 | 800-1000 | 500-900 |
| Cóncavo (mm) | 20-40 | 9-13 | 9-13 |
| Zarandón (mm) | 11-16 | 19-25 | 19-25 |
| Cribas (mm) | 12-16 | No se usan | No se usan |

causar la rotura de los tallos y la caída de las mazorcas al suelo, o la introducción en el resto de la máquina de los tallos, con la consiguiente sobrecarga. Si la velocidad es demasiado baja, las mazorcas son arrancadas en la parte posterior de los rodillos, causando una congestión y posible obstrucción del cabezal.

Rodillos arrancadores y barras separadoras. El espaciamiento de los rodillos debe ajustarse de acuerdo con el diámetro de los tallos. Las barras separadoras se ajustan usualmente para separaciones medias de 3,5 cm en el frente y 3,8 cm en la parte trasera. El espacio mayor en la parte trasera proporciona espacio adecuado para los tallos, de manera que éstos o las hojas no sean arrancados y entren en la máquina.

El espaciamiento de las cabezas puede normalmente ajustarse a la distancia apropiada de las hileras para que los tallos no sean empujados hacia un lado, lo que podría provocar la caída de mazorcas al suelo.

Otras regulaciones, como el tornillo sin fin y el transportador, son posibles de realizar, siempre atendiendo a las características del cultivo. La cadena del transportador del alimentador al cilindro trillador debe quedar suficientemente tensa, para alimentar el material de una forma suave y uniforme.

■ **Regulaciones en los elementos trilladores y de limpia:** las regulaciones y ajustes del cilindro trillador y del cóncavo para maíz son idénticas a las de cosechadoras grano normales: la velocidad del cilindro y la separación entre cilindro y cóncavo. En algunas ocasiones se emplea el maíz con los zuros trillados para alimentos del ganado, por lo que se recogen en la **Tabla 1** algunas de las regulaciones más empleadas

Para la recolección del maíz grano con cosechadora de cereales debe cambiarse, además, la criba inferior del mecanismo de limpia por una criba de chapa perforada con taladros de unos 16 mm y sustituir la criba superior por

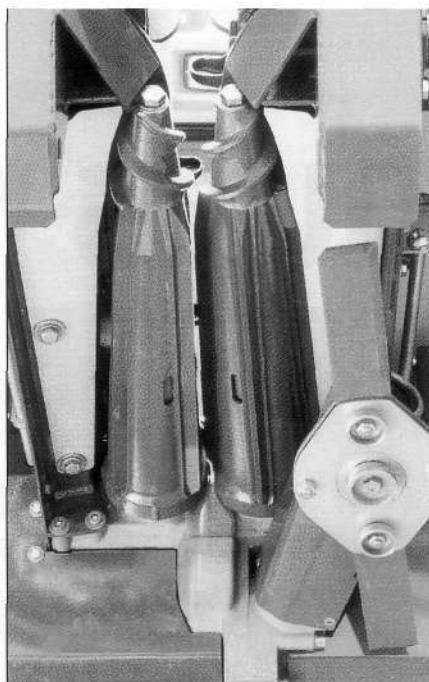


Figura 7. Los rodillos de arranque cónicos mejoran el desprendimiento de las mazorcas, y las cuchillas rotativas se encargan de cortar y triturar el tallo (Claas).

una de orificios mayores.

Pérdidas de grano y rendimientos. En general, las pérdidas de mazorcas previas a la cosecha son debidas a condiciones climatológicas o variedades no adaptadas a la zona; las pérdidas producidas en la recolección son debidas principalmente al tipo de máquina, regulaciones, velocidad de avance, fecha de recolección, humedad, variedad, etc. Las pérdidas aumentan conforme la

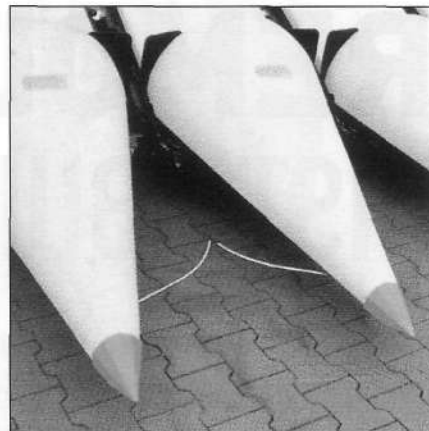


Figura 8. El sistema de guiado automático Claas Auto pilot detecta si los tallos de la línea están centrados entre dos conos divisores.

temporada va avanzando. Para una velocidad media de 4 km/h, las pérdidas de grano pueden distribuirse como en la **Tabla 2**.

De los datos anteriores puede apreciarse la importancia de una buena regulación del cabezal, ya que normalmente representa entre el 60 y el 85% de las pérdidas totales de la máquina. Para velocidades mayores de 4 km/h, las pérdidas van aumentando considerablemente, llegando a doblarse para una velocidad próxima a 7 km/h.

Las capacidades de trabajo de las máquinas empleadas en la recolección de maíz dependen esencialmente de las condiciones de cultivo y de la humedad del grano. En la **Tabla 3** se indican algunos rendimientos medios, así como las potencias motrices necesarias para cada máquina.

TABLA 2: PÉRDIDAS EN LA RECOLECCIÓN DE MAÍZ GRANO (VELOCIDAD 4 KM/H)

| Órganos | Porcentaje de pérdidas sobre producción |
|---|---|
| Divisores y cadenas de entrada | 2-5 |
| Cilindros arrancadores y deshojadores | 1-4 |
| Cilindro desgranador | 0,5-1 |
| Separación y limpia | 0-0,5 |
| Totales | 3,5-10,5 |

TABLA 3: DATOS PARA MÁQUINAS DE RECOLECCIÓN DE MAÍZ GRANO

| | Potencia kW (CV) | Velocidad de trabajo (km/h) | Capacidad de trabajo (ha/h) |
|--|------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Arrancadora-deshojadora arrastrada (1) | 20 (30) | 3-4 | 0,25-0,30 |
| Arrancadora-deshojadora acoplada al tractor (1) .. | 15-20 (25-30) | 3-4 | 0,3-0,5 |
| Cosechadora de cereales con barra de corte (2) | 20 (30) | 3-5 | 0,25-0,30 |
| Cosechadora de cereales con cabezal (1) | 18 (25) | 4-5 | 0,30-0,40 |
| Cosechadora de maíz autopulsada (1) | 15-18 (20-25) | 5-6 | 0,30-0,40 |

(1) Por hilera de maíz (2) Por metro de la barra de corte